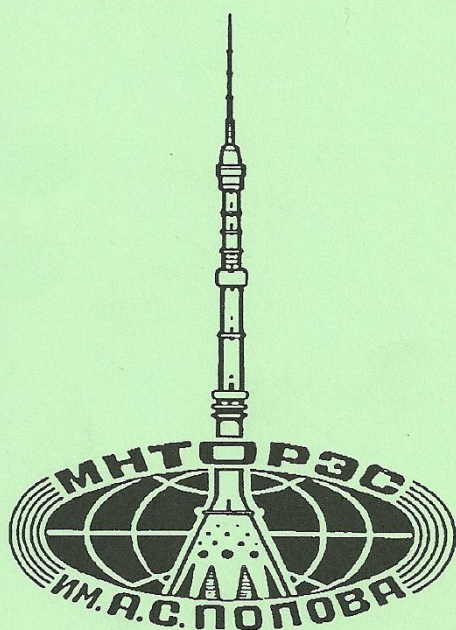


ДОКЛАДЫ

Российского
научно-технического общества
радиотехники, электроники и связи
имени А.С. Попова

Серия: ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ

Выпуск: VIII



МОСКВА - 2015

Основные результаты

Развита методика определения среднемесячных значений вертикальных турбулентных потоков явного, скрытого тепла и импульса на границе раздела океана и атмосферы. Методика позволяет наблюдение из космоса течения Гольфстрим в поле потоков скрытого тепла.

Впервые получены пространственные распределения среднемесячных значений потоков для штилевых и мало ветреных зон Северной Атлантики

Показано, что эффект влияния скорости приводного ветра на коэффициенты обмена явным, скрытым теплом и импульсом между океаном и атмосферой (особенно, при маловетреной и штилевой погоде) сильно меняет картину пространственного распределения потоков тепла и импульса.

Литература

1. Лаппо С.С., Гулев С.К., Рождественский А.Е. Крупномасштабное тепловое взаимодействие в системе океан-атмосфера и энергоактивные области Мирового океана. –Л.: Гидрометеоиздат, 1990. - 336 с.
2. Kubota M., Hihara T. Retrieval of Surface Air Specific Humidity Over the Ocean Using AMSR-E Measurements // Sensors. – 2008. – No 8. – P.8016–8026.
3. Andersson A., Fennig K., Klepp C. et al. The Hamburg Ocean Atmosphere Parameters and Fluxes from Satellite Data – HOAPS-3 // Earth Syst. Sci. Data. – 2010. – No 2. – P. 215–234.
4. Панин Г.Н. Испарение и теплообмен Каспийского моря – М.: Наука, 1987. – 88 с.
5. Панин Г.Н., Кривитский С.В. Аэродинамическая шероховатость поверхности водоема – М.: Наука, 1992. –135 с.

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ВОДЯНОГО ПАРА В СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКЕ ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВ DMSP, EOS-AQUA И METEOR-M LONG-TERM VARIATION OF TOTAL WATER VAPOR OVER NORTH ATLANTIC USING THE DMSP, EOS-AQUA AND METEOR-M MICROWAVE DATA

А.Г. Гранков¹, д.ф-м.н., А.А. Мильшин¹, с.н.с., Н.К. Шелобанова¹, вед. спец.,
И.В. Черный², д.т.н., Г.Г. Язерян², к.т.н.

¹) ФИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, ²)АО "Российские космические системы"
тел. 8(496)-5652656, amilshin@list.ru

Введение

Энергоактивные зоны Северной Атлантики Норвежская, Ньюфаундлендская, Гольфстримская и другие, находящиеся в русле Гольфстримского и Северно-Атлантического течений, оказывают значительное влияние на погодные условия и климатические тенденции (тренды) на территории Европы и европейской части России [1,2]. Изучение процессов крупномасштабного теплового и динамического взаимодействия океана и атмосферы представляет интерес для анализа меридионального переноса энергии

в Северной Атлантике [3]. Тропическая часть Северной Атлантики является областью зарождения и формирования тропических циклонов [4].

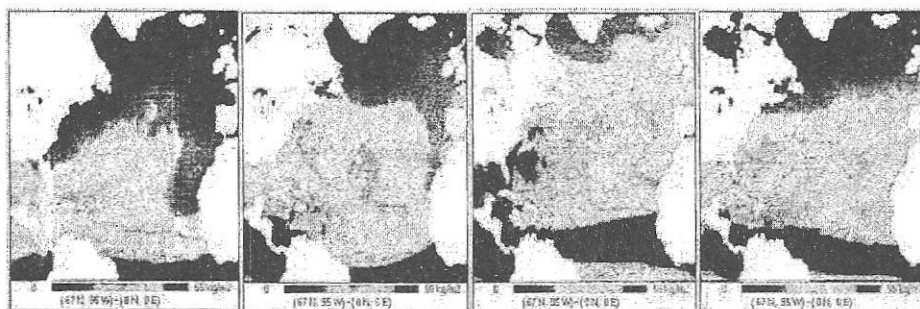
В настоящей работе анализируются межгодовые и внутригодовые вариации климатически значимого параметра системы океан-атмосфера - водяного пара на 10 – 20 летнем периоде [1].

Географической областью наших исследований является Северная Атлантика с координатами 67N, 95W – 0N, 0W. Для обработки мы использовали архивные данные многоканальных сканирующих СВЧ радиометров AMSR-E и SSM/I спутников EOS-Aqua и DMSP, полученные в Remote Sensing Systems (RSS) и архивные данные радиометра МТВЗА-ГЯ спутника Метеор-М №1, предоставленные НТИЦ «Космонит». Исходными данными служили файлы с суточным (восходящие и нисходящие витки) глобальным распределением водяного пара. Файлы содержат данные радиометра AMSR-E за период с июня 2002 г. по октябрь 2011 г., а также данные радиометра SSM/I с января по май 2002 г. и за ноябрь-декабрь 2011 г. и данные радиометра МТВЗА-ГЯ с января по апрель 2010 г. На основе глобальных данных были получены оценки среднемесячных значений интегрального влагосодержания атмосферы Северной Атлантики. Пространственное разрешение составляет 0.25 градуса по широте и долготе для радиометров SSM/I, AMSR-E и 0.5 градуса для МТВЗА-ГЯ.

Анализ полей влажности атмосферы в Северной Атлантике по данным радиометров AMSR-E и МТВЗА-ГЯ

На рис. 1 представлены оценки среднемесячных значений общего содержания водяного пара в атмосфере в Северной Атлантике за 2009 (а), 2010 (б) и 2011 (в), играющего важную роль в тепловом взаимодействии океана и атмосферы. Из многочисленных данных за разные годы нами выделен 2010-й год, знаменательный разливами нефти в Мексиканском заливе и аномально жарким летом на Европейской территории России. Мы наблюдаем меридиональную и зональную закономерности пространственного распределения водяного пара, границы которых варьируют от сезона к сезону. Отмечается высокая контрастность данного параметра, меняющегося от 15 до 55 $\text{кг}/\text{м}^2$ в зависимости от географической широты океана и сезона года.

На рис.2 представлены оценки среднемесячных значений общего содержания водяного пара в атмосфере в Северной Атлантике за 2010 год по данным спутника Метеор М №1. Мы разработали и использовали алгоритм восстановления водяного пара на резонансной волне 1.26 см. Характер пространственного распределения пара по данным радиометра МТВЗА-ГЯ совпадает с данными AMSR-E.



(а)

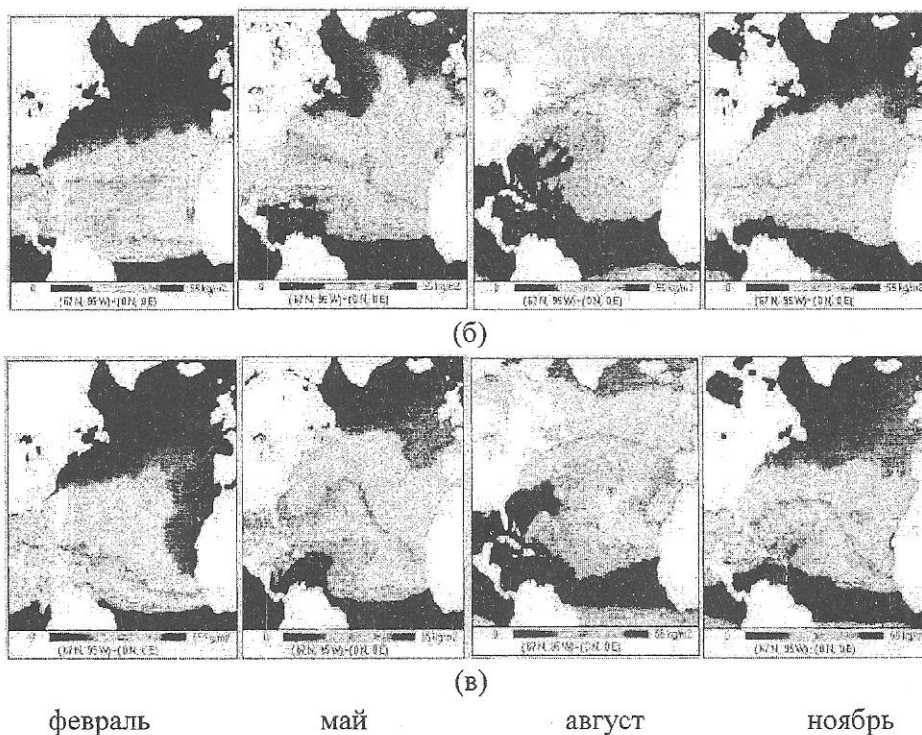


Рисунок 1. Межгодовые и сезонные вариации водяного пара в атмосфере Северной Атлантики

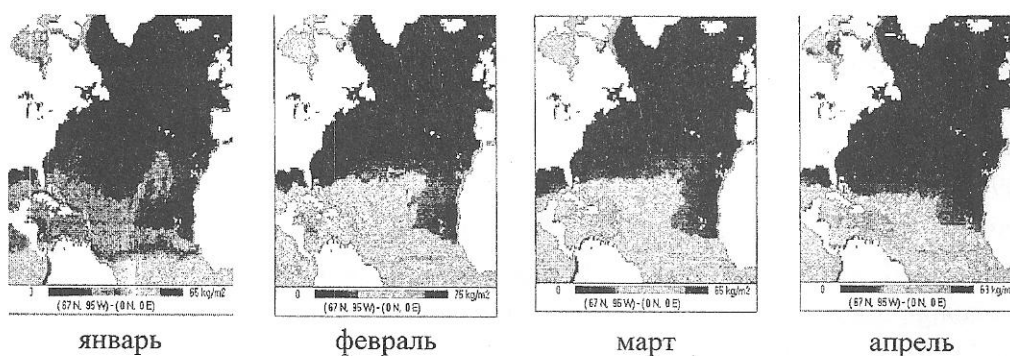


Рисунок 2. Среднемесячные вариации водяного пара в атмосфере Северной Атлантики в 2010 году по данным радиометра МТВЗА-ГЯ

Для количественных оценок сезонных вариаций водяного пара мы выполнили оценки среднего значения, среднеквадратичного значения, минимального и максимального значения интегрального содержания водяного пара по всей акватории Северной Атлантики. Эти оценки за 2010 год иллюстрирует рис.3. Общее содержание пара в Северной Атлантике имеет выраженный сезонный ход с максимумом в августе (37.9 кг/м^2) и минимумом в зимний сезон ($22.9 - 24.3 \text{ кг/м}^2$). Для Северной Атлантики характерны значительные изменения пара, среднеквадратические значения варьируют от 11.8 до 15 кг/м^2 . Наибольшая пространственная изменчивость наблюдается в апреле, мае и ноябре. Максимальные значения пара в течение года практически не меняются и находятся в пределах $59.6 - 65.6 \text{ кг/м}^2$. Распределение областей с минимальным содержанием водяного пара носит сезонный характер, минимум (1.2 кг/м^2) отмечается в январе, а максимум (14.3 кг/м^2) в июле.



Рисунок 3. Оценка среднего, среднеквадратичного, минимального и максимального значений интегрального содержания водяного пара по всей акватории Северной Атлантики по данным радиометра AMSR-E

Анализ влажности атмосферы в Северной Атлантике по данным радиометров SSM/I и AMSR-E в локальных областях

Рассмотрим характер поведения содержания водяного пара в локальных областях. На рис.4 представлены результаты обработки спутниковых данных – среднемесячные значения общего влагосодержания атмосферы в областях М (Mike - 66N, 0.25W), D (Delta - 44N, 41W) и Н (Hotel - 38N, 71W), относящихся к Норвежской, Ньюфаундлендской и Гольфстримской энергоактивной зоне Северной Атлантики в период с 1988 по 2011 годы [1,5].

Из этой иллюстрации видно, что локальные вариации водяного пара в эти годы имеют общую тенденцию, но резко отличаются абсолютными значениями. Диапазон значений пара в точке D находится в пределах от 9.2 кг/м² в июле 2010 г. до 37.9 кг/м² в июне 2011 г. Для точки Н, соответственно имеем: от 8.7 кг/м² в июле 2010 г. до 44.4 кг/м² в августе 2009 г. и для точки М: от 5.7 кг/м² в январе 1994 г. до 22.5 кг/м² в июле 2003 г. Среднее значение содержание пара за наблюдаемый период составило в точках D, Н, М, соответственно, 21.1 кг/м², 22.6 кг/м² и 11.7 кг/м². Наибольшая изменчивость пара за 24 года отмечается в точке Н – скв (среднеквадратическое значение) = 9.3 кг/м², в D скв составляет 6.7 кг/м² и в точке М скв = 3.9 кг/м².

Для изучения внутригодового хода содержания водяного пара мы использовали наши среднемесячные данные за период с 2002 по 2011 гг., проведя осреднение для каждого месяца за этот период. Результаты обработки представлены на рис.5а. Наблюдается выраженный внутригодовой ход пара. Максимум кривых незначительно смещается, отражая фазовую задержку в распределении пара. Данные в локальных областях хорошо коррелируют с интегральными данными по всей Северной Атлантике.

Для локальных зон D, Н, М за период с 2002 по 2011 годы мы получили ряд оценок среднегодового содержания водяного пара в атмосфере.

На рис.5б представлен график многолетнего хода среднегодового содержания водяного пара в точках D, Н, М. Оценки многолетнего хода среднеквадратичных изменений, максимальных и минимальных изменений приводятся на рис.6а, б. Интересным моментом является снижение общего содержания атмосферного водяного пара в 2010-ом году, когда наблюдались интенсивные нефтяные разливы в Мексиканском заливе и сильная летняя засухливость на европейской территории России.

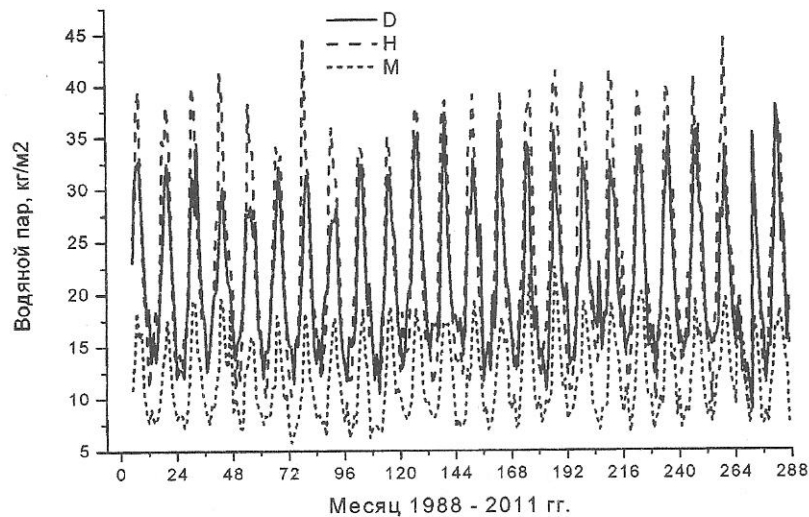


Рисунок 4. Спутниковые СВЧ-радиометрические оценки многолетних вариаций содержания водяного пара в атмосфере в областях D, H, M Северной Атлантики.

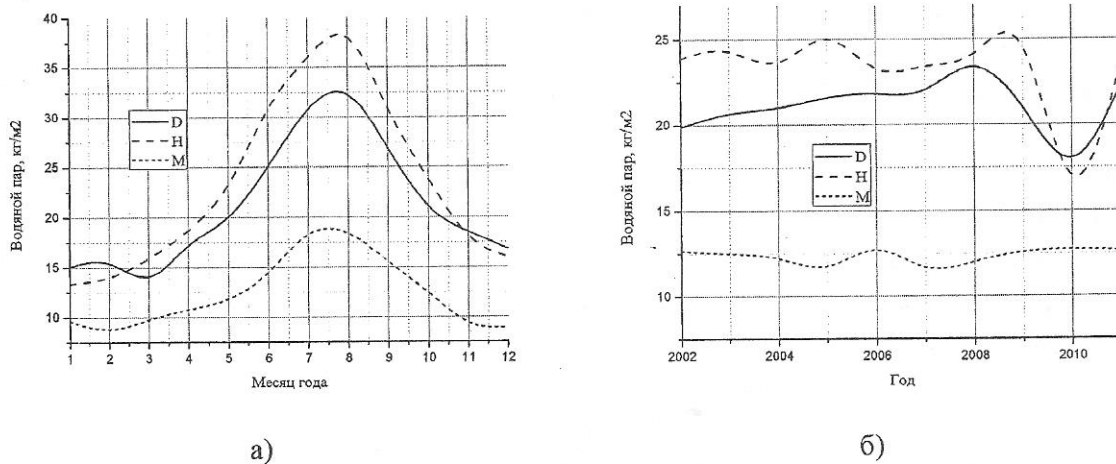


Рисунок 5. Спутниковые СВЧ-радиометрические оценки внутригодовых (а) и среднегодовых (б) вариаций содержания водяного пара в атмосфере в областях D, H, M Северной Атлантики в период 2002–2011 гг.

Этот факт можно объяснить уменьшением испарения с поверхности океана Гольфстримской энергоактивной зоны и снижением транспорта тепла в другие области, находящиеся в русле течения Гольфстрим.

В целом межгодовые изменения среднегодовых значений незначительны, за исключением 2010 года, и не превышают 2 – 3 $\text{кг}/\text{м}^2$. Отклонение величины скв (рис.6а) не превышает 1 $\text{кг}/\text{м}^2$ за исключением 2010 года, когда величина скв составила 2 $\text{кг}/\text{м}^2$. Для минимаксных оценок (рис.6б) мы наблюдаем наибольшие отклонения в 2010 году.

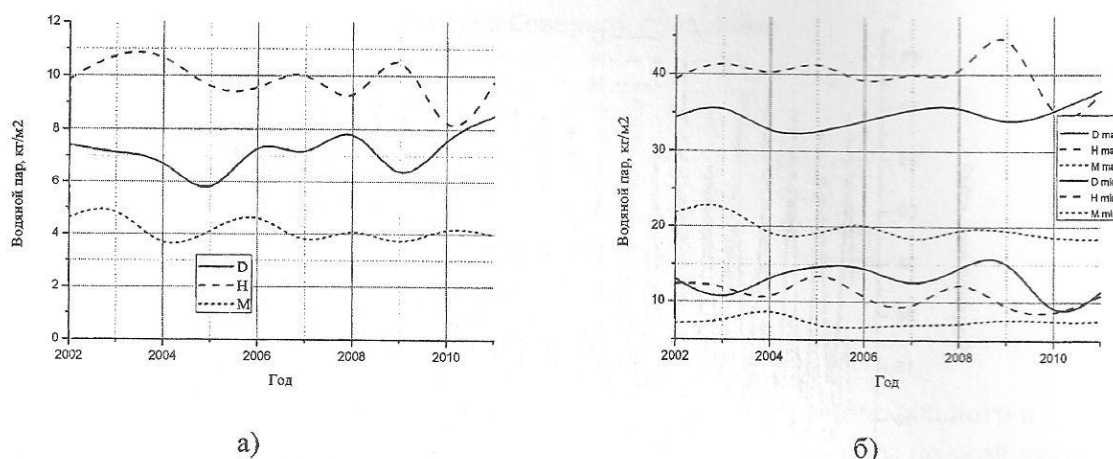


Рисунок 6. Спутниковые оценки скв (а) и минимаксных (б) среднегодовых вариаций водяного пара в атмосфере в областях D, H, M Северной Атлантики в период 2002–2011 гг.

Заключение

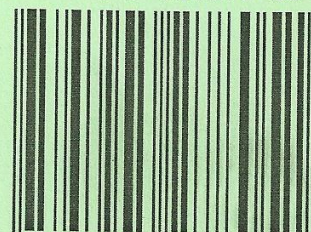
В работе представлены результаты обработки и анализа пространственно-временного распределения интегрального влагосодержания атмосферы Северной Атлантики на основании многолетних спутниковых данных радиометров SSM/I, AMSR-E и МТВЗА-ГЯ. Приводятся оценки средних значений, скв, максимальных и минимальных значений на глобальных масштабах (вся Северная Атлантика), так и на локальных масштабах в областях D, H, M. Выполнен анализ внутригодового хода содержания водяного пара за 2002 – 2011 годы и многолетнего хода за 1988 – 2011 годы. Анализ выявил аномалию в распределении водяного пара в 2010 году.

Авторы выражают благодарность коллегам из Remote Sensing System за предоставленные спутниковые данные.

Литература

1. Grankov A.G., Milshin A.A. Microwave Radiation of the Ocean-Atmosphere Boundary Heat and Dynamic Interaction. – Springer, 2010. –160 p.
2. Armand N.A., Grankov A.G., Milshin A.A., Lappo S S., and Gulev S K. Use of the Data of Simultaneous Satellite Microwave Radiometric and Ship-borne Measurements for the Study of Air-Sea Interaction in the North Atlantic // Oceanology. –2004. –Vol. 44, – No. 1. – P.44–54.
3. Гранков А.Г, Реснянский Ю.Д., Новичихин Е.П., Мильшин А.А. Моделирование отклика собственного СВЧ-излучения системы "океан-атмосфера" на горизонтальный перенос тепла в атмосферном пограничном слое // Метеорология и гидрология. –2014. – № 2. – С. 33–44.
4. Grankov A.G., Marechek S.V., Milshin A.A., Novichikhin E.P., Golovachev S.P., Shelobanova N.K., Shutko A.M. Elaboration of Technologies for Diagnosis of Tropical Hurricanes Beginning in Oceans with Remote Sensing Methods / Chapter in monograph "Advances in Hurricane Research - Modelling, Meteorology, Preparedness and Impacts ". – InTech Publ. Hous, 2012. – 198 p.

ISBN 978-5-905278-05-1



9 785905 278051